

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-045999
 (43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int. Cl. H01L 21/66
 G01N 21/88
 G06F 17/14

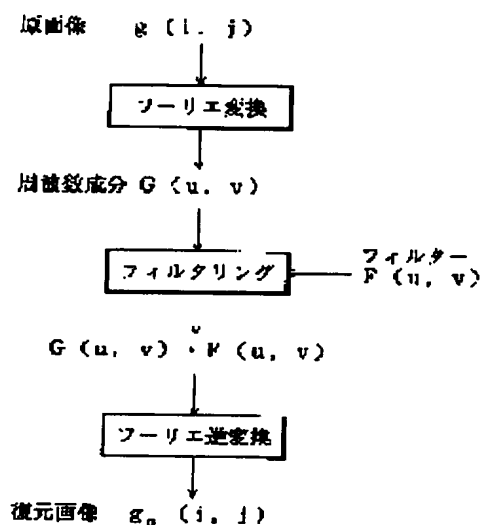
(21)Application number : 06-178915 (71)Applicant : ROHM CO LTD
 (22)Date of filing : 29.07.1994 (72)Inventor : SHIGEOKA FUMIAKI
 HIRAKURA RYOICHI

(54) SURFACE INSPECTION METHOD OF WAFER HAVING REGULAR PATTERN

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a surface inspection method for wafer having a regular pattern in which defects of various shapes, occurring on the surface of the wafer, can be discriminated positively from the regular pattern.

CONSTITUTION: An image data picked up from the surface of a wafer having a regular pattern is converted through Fourier transform into frequency components which are then filtered to obtain the frequency component of the regular pattern. It is then subjected to inverse Fourier transform thus detecting a defect on the surface of a wafer having a regular pattern.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-45999

(43) 公開日 平成8年(1996) 2月16日

(51) Int.Cl.⁴

H 0 1 L 21/86

G 0 1 N 21/88

G 0 6 F 17/14

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

L 7514-4M

E

G 0 6 F 15/ 332

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 項)

(21) 出願番号 特願平6-178915

(22) 出願日 平成6年(1994) 7月29日

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院清鶴町21番地

(72) 発明者 茂岡 史明

福岡県筑後市大字上北島883番地 アポロ

電子工業株式会社内

(72) 発明者 平倉 亮一

福岡県筑後市大字上北島883番地 アポロ

電子工業株式会社内

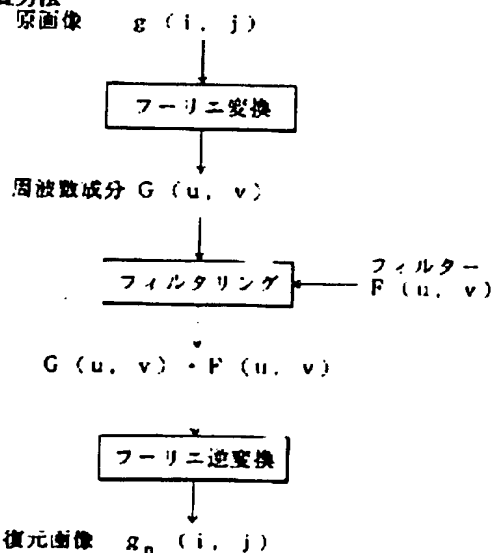
(74) 代理人 弁理士 朝日奈 宗太 (外2名)

(54) 【発明の名称】 規則的なパターンを有するウェハの表面検査方法

(57) 【要約】

【目的】 規則的なパターンを有するウェハの表面に発生する種々の形状の欠陥を規則的なパターンと確実に識別する規則的なパターンを有するウェハの表面検査方法を提供する。

【構成】 規則的なパターンを有するウェハ表面の撮像によりえられる画像データをフーリエ変換によって周波数成分に変換し、該変換された周波数成分から前記規則的なパターンの周波数成分をフィルタリングし、該フィルタリングされた周波数成分をフーリエ逆変換することにより規則的なパターンを有するウェハ表面の欠陥を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 規則的パターンを有するウェハ表面の撮像によりえられる画像データをフーリエ変換によって周波数成分に変換し、該変換された周波数成分から前記規則的パターンの周波数成分をフィルタリングし、該フィルタリングされた周波数成分をフーリエ逆変換することにより規則的パターンを有するウェハ表面の欠陥を検出する規則的パターンを有するウェハの表面検査方法。

【請求項 2】 前記規則的パターンを有するウェハが半導体ウェハである請求項 1 記載の表面検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は規則的パターンを有するウェハの表面検査方法に関する。さらに詳しくは、フーリエ変換とフーリエ逆変換による画像処理を用いた規則的パターンを有するウェハの表面検査方法に関する。ここにウェハとは、薄板状にスライスされたものに限定されず、平面状の表面を有する部材を意味する。

【0002】

【従来の技術】 規則的なパターンを有するウェハ、たとえば半導体製品の製造工程における半導体ウェハの製膜工程やパターニングのためのフォトリソグラフィ工程などウェハプロセスにおいて、塵などの微小異物が混入したり、表面に付着したり、異物のカゲになって凹部が形成されると、配線間ショートや断線などの異常をきたし、不良品になったり信頼性の低下をまねくため、各ウェハプロセスごとに半導体ウェハの表面検査を行うことが、半導体製品の品質を確保するうえで重要である。

【0003】 従来の半導体ウェハ表面の微小異物を検出する方法の一例は、光が異物にあ たらると散乱する性質を利用して、半導体ウェハにレーザ光を照射し、散乱光を検出することによって微小異物を検出する方法が実用化されている。

【0004】 一方、半導体ウェハ上に何も形成されていない均一表面の検査のばあ いは前述の方法でもよいが、成膜、パターニングがされたあ との工程では半導体ウェハの表面にチップパターンが形成されており、チップパターンでも散乱光が検出されるので、前述の方法で検出しようとする異物とチップパターンの散乱光を区別する必要がある。このため、チップパターンと異物の散乱光の偏向特性の違いを利用して識別を行う方法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 半導体ウェハなど規則的なパターンが形成されたウェハの表面に発生する欠陥は微小異物の付着、微小異物に基づく凹凸、キス、シミ、変色など形状や大きさにバリエーションがあり、前述のレーザ光を照射し散乱光を検出する方法ではウェハ表面の欠陥とチップパターンとの識別が不充分である という問題がある。

【0006】 また、レーザ光照射部、散乱光検出部、レーザ光のスキャン機構が複雑で、装置が大型になり、コストも高くなるという問題がある。さらに偏向特性の違いを検出するための装置も高価であるとともに変色などの2次元的な欠陥には対応が困難であるという問題がある。

【0007】 さらに、レーザ光の散乱により微小異物を検出するためには、レーザ光をウェハ全面にスキャンする必要があり、処理時間がかかるという問題がある。

【0008】 本発明は、かかる問題を解決するためになされたもので、大型の機械や複雑な構成を必要とせず、規則的パターンを有するウェハ表面に発生する極相の異なる欠陥を規則的なパターンと確実に識別することができ るウェハの表面検査方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の規則的なパターンを有するウェハの表面検査方法は、規則的パターンを有するウェハ表面の撮像によりえられる画像データをフーリエ変換によって周波数成分に変換し、該変換された周波数成分から前記規則的パターンの周波数成分をフィルタリングし、該フィルタリングされた周波数成分をフーリエ逆変換することにより規則的パターンを有するウェハ表面の欠陥を検出する。

【0010】

【作用】 本発明の規則的パターンを有するウェハの表面検査方法によれば、画像データのフーリエ変換により画像処理を行うために、規則的パターンを消去することができる。そのためウェハ表面の欠陥に基づくデータのみを残すことができ、そのデータをさらにフーリエ逆変換することにより欠陥のみを表示することができる。その結果、形状や大きさなど極相の異なる欠陥に対しても規則的パターンと識別することが可能となり、ウェハ表面上の異物がどういふものであるかについて、簡単に検査をすることができる。さらに、ウェハ全面のような広範囲であってもDSP（デジタル シグナル プロセッサ; Digital Signal Processor）やRISC（縮小命令セットコンピュータ; Reduced Instruction Set Computer）などの高速プロセッサを利用することにより、画像を一度で処理でき、短時間で検査をすることができる。

【0011】

【実施例】 つぎに、図面を参照しながら本発明の規則的パターンを有するウェハの表面検査方法について説明する。

【0012】 図1は本発明の規則的にパターンを有するウェハの表面検査方法の一実施例の画像処理手順を示すフローチャート、図2は本発明の表面検査方法に用いる装置の構成を示すブロック図である。

【0013】まず、図2に示されるようにCCDカメラ4、たとえばハロゲンランプなどの照明装置5などからなる撮像装置で撮像されたウェハ表面の画像は、アナログデジタル変換器、アドレス発生器などからなる画像入力ユニット1でデジタル化されたのち画像メモリ2内に格納される。画像メモリ2には画像処理ユニット3が接続されており、画像処理ユニット3において、フーリエ変換、フィルタリング、フーリエ逆変換などの画像処理が行われ、欠陥のみが残された画像に復元される。

【0014】画像処理ユニット3について、図1を用いてさらに詳細に説明する。画像処理ユニット3はマイクロコンピュータやデジタルシグナルプロセッサなどからなり、たとえば図1に示されるフローチャートにしたがって処理される。まず撮像装置により撮像された、たとえば半導体ウェハのチップパターンのような規則的なパターンと欠陥の両方が存在する水平方向、垂直方向の座標成分からなる原画像 $g(i, j)$ をマイクロコンピュータで処理できるように2次元離散フーリエ変換 D により、式(1)に示されるように、水平方向、垂直方向

の周波数成分からなる信号 $G(u, v)$ に変換する。

$$G(u, v) = D[g(i, j)] \quad (1)$$

チップパターンは規則的にならんでおり、フーリエ変換されたその周波数成分も規則性があり、その周波数成分のみを除くフィルタ $F(u, v)$ でたとえば式(2)によりチップパターンの周波数成分のみをカット(フィルタリング)する。

$$G(u, v) \cdot F(u, v) \quad (2)$$

式(2)では乗算式を用いたが、乗算式に限らずたとえば加減算式または論理演算式のような他の演算式でもよい。

【0017】フィルタリング後の周波数成分を2次元離散フーリエ逆変換 D^{-1} により変換することによって欠陥のみの画像である $g_n(i, j)$ が式(3)によりえられる。

$$g_n(i, j)$$

$$g_n(i, j) = D^{-1}[G(u, v) \cdot F(u, v)] \quad (3)$$

以上のように、規則性を有するパターンをフーリエ変換すると、その周波数成分もまた規則的に分布していることを利用して、規則的なパターンをフィルタリングし、周波数分布が一定しない種々の形状を有する欠陥のみを残存させて、それをフーリエ逆変換により画像データに戻すことによって欠陥のみの画像を容易にうるることができる。

【0019】つぎに具体的な実施例により、図3を参照しながらさらに詳細に説明する。図3はチップサイズが0.5〜3mm四方程度の比較的小さいディスプレイタイプのトランジスタのチップのスクライブラインが形成された半導体ウェハの状態で撮像装置により撮像された原画像を順次処理したときの図で、(a)は原画像、

(b)はフーリエ変換したのちの周波数パワースペクトルとしての画像、(c)はフィルタリングしたのちの周波数パワースペクトルとしての画像、(d)はフィルタリングしたのちの画像をフーリエ逆変換した画像である。

【0020】まず図3(a)にみられるようにウェハ表面の原画像は規則的な格子状のチップパターンとともにシミまたはキズなどの欠陥Aが存在しているが、チップ内部のパターンは非常に小さいため、画像としては現われていない。図中格子状に形成されているのがチップ外周のスクライブラインで、四角形Bが各チップである。この画像データをデジタル信号に変換したのち、前述の式(1)によりフーリエ変換すると、図3(b)にパワースペクトルとして示されるように、チップパターンBおよび欠陥Aの周波数成分がそれぞれ B_f 、 A_f として黒く表われる。すなわち、チップパターンの周波数成分 B_f は格子状に規則正しく分布する。一方、欠陥につい

ての周波数成分 A_f はその欠陥の種々の形状により周波数分布も一定しない。

【0021】つぎに、図3(c)に示されるように、チップパターンの周波数成分をカットする。この方法は、たとえば図3(c)で円Cで示された円内のデータが0で、その他が1であるようなデータ $F(u, v)$ をあらかじめ作っておき、式(2)に示されるように、フーリエ変換してえられた周波数成分 $G(u, v)$ に乘じることによりフィルタリングされる。

【0022】このばあい、欠陥の形状によっては、欠陥とチップパターンの周波数成分が一部重なるばあいも生じる。このようなケースでは、フィルタでの除去範囲(前述の円Cの範囲)が大きいと、チップパターンとともに欠陥の成分を除去してしまうので、円Cの設定にあたっては、局所的にチップのパターン部だけに設定することが重要となる。フィルタの除去範囲の形状は円形に限らず、四角形、多角形、線状など様々な形から適当な形を選択することができる。また、除去の方法も「1」、「0」のデジタル的なものではなく、除去の程度をアナログ的に設定する方法でもよい。具体的にはたとえば、欠陥のない画像から求めた周波数成分を欠陥のある周波数成分から減算することなどが考えられる。

【0023】また、ウェハプロセスの工程により、さらに半導体ウェハ(チップ)の種類などによりチップパターンが異なるため、その都度、そのパターンに応じたデータのフィルタ $F(u, v)$ を用意しておき、そのフィルタ $F(u, v)$ を処理画像 $G(u, v)$ に乘じたり、加減算することにより規則的なパターンをフィルタリングすることができ、欠陥のみを残存させることができる。

【0024】 つぎに、フィルタリング後の周波数成分を式(3)によりフーリエ逆変換することにより図3(d)に示されるように、欠陥部分のみの画像表示をすることができる。この画像より欠陥の2次元的情報をうることができ、その原因を解析するとともに、製造工程にフィードバックしてその後の欠陥の発生を防止することができる。

【0025】 前記説明では規則的なパターンを有するウェハとしてチップパターンが形成された半導体ウェハを用いたが、半導体ウェハ以外でも、規則性の模様のある平面状部材であれば同様に検査できる。

【0026】

【発明の効果】 以上説明したとおり、本発明の規則的なパターンを有するウェハの表面検査方法によれば、画像処理ユニットであるマイクロコンピュータなどの小型計算機で画像データの処理を行うだけで、ウェハ本来のパターンを除外した欠陥のみの画像をうるることができる。そのため、レーザ照射部やスキャニング機構などの高価な大型装置を使用することなく、簡単な装置で種々の欠陥を正確に検査をすることができる。また、広範囲の画

像を一度に処理できるので、高速処理をすることができる。

【0027】 その結果、製造工程で発生する不具合を正確に把握して製造ラインにフィードバックすることができ、低コストで製造歩留の向上に大いに寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の規則的なパターンを有するウェハの表面検査方法の一実施例で画像処理の手順を示すフローチャートである。

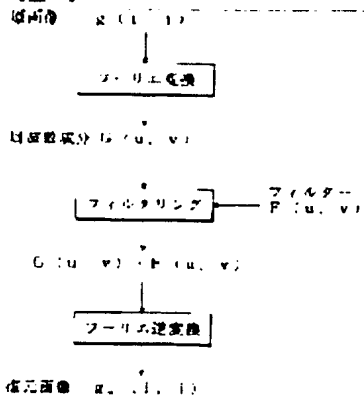
【図2】 本発明の検査方法に用いる装置の構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の検査方法の一実施例を用いた画像処理の手順ごとの画像の例である。

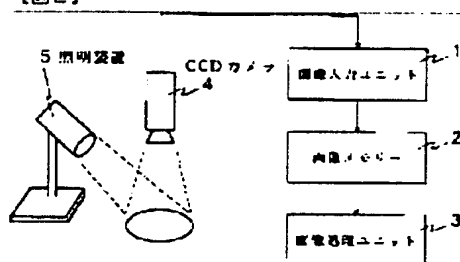
【符号の説明】

- 1 画像入力ユニット
- 2 画像メモリ
- 3 画像処理ユニット
- 4 CCDカメラ
- 5 照明装置

【図1】

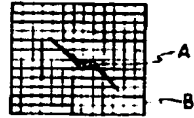


【図2】

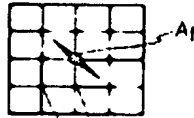


【圖 3】

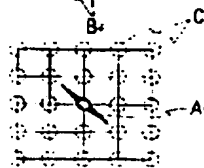
(a)



(b)



(c)



(d)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.